



gray water, as an important part of the wastewater of the campus. One of the important point in water management of the campuses is to pay attention to the wastewater produced in the university. The most important wastewater produced at the University of Bojnord is the restaurant wastewater, which we concentrate on the possibility of using this wastewater and its usable products.

**Keywords:** Reduction, Reuse, Recycling, Gray Water, Restaurant Wastewater, University of Bojnord.



## ۱- مقدمه

منابع آب شیرین در جهان تحت فشار روزافزون هستند، به شکلی که هنوز بسیاری از مردم از این منبع حیاتی برای رفع نیازهای اولیه و ساده خود محروم هستند. افزایش جمعیت، افزایش فعالیتهای اقتصادی و بهبود استانداردهای زندگی، رقابت و تعارض بر سر منابع محدود آب شیرین را افزایش داده است [۱]. ایران، کشوری که بیشترین وسعت آن خشک و نیمه خشک است به طور که تنها قادر است مقدار محدودی آب سالم و شیرین را برای استفاده مردم تامین کند. انتظار می رود منابع آب آشامیدنی در دسترس، با کاهش بارشها به دنبال تغییرات آب و هوایی زمین کاهش یابد. در ایران محدودیت ذاتی منابع آب یکی از مهمترین چالشهای پیش رو در بخش تامین آبشیرین می باشد و ایران در بین چهار سطح تعریف شده جهان برای تنش های آبی، در حادترین سطح تنش قرار گرفته است [۲].

منبع اصلی تامین آب در ایران بارندگی می باشد که سالانه حدود ۴۱۳ میلیارد متر مکعب است. از این مقدار حدود ۷۲ درصد آن (۲۹۶ میلیارد مترمکعب) به صورت تبخیر و تعرق از سطح زمین، جنگلها، مراتع و ... از دسترس خارج می شود و قابل بهره برداری نمی باشد، حدود ۲۲ درصد آن (۹۲ میلیارد مترمکعب) به صورت جریان سطحی است و حدود ۶ درصد آن (۲۵ میلیارد مترمکعب) به منابع آب زیرزمینی نفوذ می کند. علاوه بر ریزشهای جوی، سالانه حدود ۱۳ میلیارد مترمکعب آب بصورت جریانهای رودخانههای مرزی، از کشورهای هم جوار و همسایه وارد کشور می شود. بنابراین با پیوستن این مقدار به مجموع آبهای سطحی و زیرزمینی (۱۱۷ میلیارد مترمکعب)، منابع آب تجدید شونده و قابل استفاده در کشور به ۱۳۰ میلیارد مترمکعب میرسد [۱].

لذا برای اطمینان از ذخایر آینده آب آشامیدنی سالم، تازه و پاک باید از آن با احتیاط بیشتری استفاده کنیم. نه تنها آب بلکه پساب و فاضلاب تولید شده از آبهای شیرین نیز نباید هدر رود. آب و پساب هردو بایستی به عنوان کالای حیاتی و اقتصادی گران بها در نظر گرفته شوند. لذا راهکارهای حفظ این دو هر چه بیشتر باید در زندگی خانوارها لحاظ گردد [۳].

یکی از مهمترین برنامه ها برای کاهش مصرف آب در محیط های اداری و سازمانی استفاده از طرح 3<sup>RS</sup> است. نکته مهم وابستگی و ارتباط کاهش، استفاده مجدد و بازیافت آب است که این سه فرایند مکمل یکدیگر هستند و این طرح بیشتر بخش های موجود در دانشگاه را شامل می شود.



شکل ۱ ارتباط بین Reduce, Reuse and recycle [۴]

مهمترین مسئله در طرح 3<sup>RS</sup> شناسایی افراد و مکان های استفاده کننده از آب است که در محیط دانشگاه رستورانها ساختمانهای اداری، آزمایشگاه ها، فضای سبز، خوابگاهها و خود دانشجویان و کارمندان دانشگاه از مهمترین مصرف کننده های آب هستند. برای کاهش مصرف آب در محیط دانشگاه باید متناسب برای هر قسمت از طرح فوق استفاده کرد.

با توجه به اثربخشی و هزینه ها اولویت اصلی ما کاهش و بهینه سازی مصرف آب است، سپس استفاده مجدد از آب هایی که استفاده شده اند و در نهایت تلاش ما برای بازیافت پساب و استفاده از آب و مواد موجود در پساب است.

اولین مبحث در طرح 3<sup>RS</sup> کاهش و بهینه سازی مصرف آب است. برای بهینه سازی مصرف آب به طرق زیر میتوان اقدام نمود:

- ۱- اقدامات قانونی و کنترلی ۲- اصلاحات ابزاری (استفاده از انواع تجهیزات و ابزار آلات کاهنده مصرف آب با فناوری نوین) ۳- اصلاح تاسیسات و تجهیزات بهداشتی ۴- اصلاحات رفتاری (فرهنگ سازی)
- مهمترین نکته در بحث 3<sup>RS</sup> تعیین اولویت بندی و اثر بخشی اقدامات است که اولویت اول اقدامات کاهش مصرف آب است.

### ۲- کاهش مصرف:

با بررسی به عمل آمده در دانشگاه بجنورد، برای کاهش مصرف آب باید به موارد زیر توجه ویژه داشته باشیم.

- ۱- تعیین میزان آب مصرفی (با تعبیه کنتور برای هر واحد به صورت مجزا) و تعیین پساب تولیدی در هر واحد: یکی از مهمترین نکاتی که در بحث مصرف آب در یک سازمان این است که میزان مصرف آب هر واحد و میزان پساب تولیدی از آن واحد را در اختیار داشته باشیم تا با اولویت بندی واحدها اقدامات کاهش مصرف آب را پیاده سازی کنیم.
- ۲- آموزش کارکنان و دانشجویان در راستای فرهنگ سازی برای کاهش و مدیریت مصرف آب
- ۳- ایجاد طرح های انگیزشی در بین کارمندان و دانشجویان به منظور کاهش مصرف آب
- ۴- استفاده از تجهیزات کم مصرف در ساخت و سازها و تعویض تجهیزات پر مصرف در حال استفاده
- ۵- فلاش تانک های کم مصرف
- ۶- رگلاتور ها (محدود کننده های جریان آب) اهرمی دو مرحله ای و تک مرحله -الکترونیکی و فوتو الکترونیک - فشاری زمان دار (شیر قطع اتوماتیک): کاهش ۷۰ تا ۸۰٪ آب در ساختمان
- ۷- بازرسی دوره ای کولر های آبی و موتور خانه ها
- ۸- تکنیک های آبیاری فضای سبز: ساعت آبیاری (۸-۴ صبح)، استفاده از درختها و پوشش گیاهی مناسب

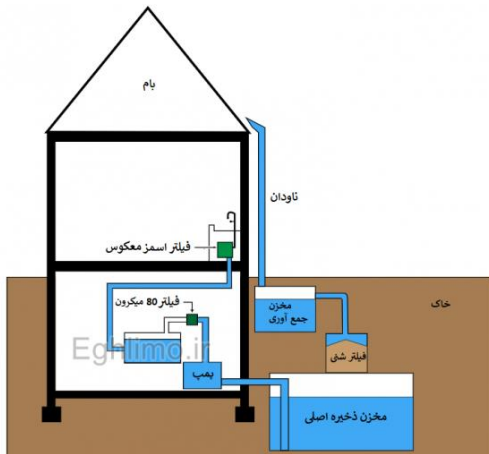
### ۳- استفاده مجدد!

#### ۳-۱ استفاده از سیستم بسته:

یکی از واحدهایی که در دانشگاه روزانه مقادیر زیادی آب مصرف می کنند، آزمایشگاه های مهندسی هستند. آبی که در این آزمایشگاه مصرف می شود

✓ یک مرکز ذخیره سازی

یک سیستم تحویل متشکل از شیر آب و یا پمپ [۶].  
نمودار شماتیک ساده از پشت بام یک ساختمان به سمت سیستم جمع آوری آب باران شامل امکانات انتقال و ذخیره سازی در شکل ۳ نشان داده شده است.



شکل ۳ شماتیک جمع آوری آب باران از پشت بام ساختمان [۷].

در محیط دانشگاهی برای کاهش هزینه ها، می توان همه آب باران را در پایین دست جمع آوری نمود و برای مصارف مختلف استفاده نمود. در دانشگاه بجنورد به دلیل شرایط جغرافیایی خاص، آب باران به راحتی قابل هدایت و جمع آوری در پایین دست دانشگاه است و با ایجاد یک مخازن جمع آوری، آب باران را در فصول بارندگی جمع آوری نمود و در مواقع نیاز برای مصارف مختلفی از جمله آبیاری فضای سبز استفاده نمود.

از جمله مزایای جمع آوری آب باران می توان به نکات زیر اشاره کرد:

- ۱- منبع بسیار مناسب آبیاری می باشد
- ۲- رایگان که هزینه آن فقط جمع آوری و ذخیره سازی آب باران می باشد
- ۳- به سهولت قابل ذخیره سازی بوده و از هزینه های توزیع و پخش در سطح شهر صرفه جوئی به عمل می آید
- ۴- کمک به کاهش پیک مصرف تابستانی
- ۵- کاهش فرسایش سطوح

### ۳-۳ آب خاکستری!

ویرایش سال ۲۰۰۰ آیین نامه UPC آب خاکستری را به این صورت تعریف می کند: "فاضلاب خانگی تصفیه نشده که با پساب های توالی تماسی نداشته باشد." آب خاکستری به فاضلاب تولیدی خانگی از روشویی، حمام، ماشین لباسشویی و آشپزخانه ها گفته می شود، که در مبدأ از فاضلاب دستشویی و توالی تفکیک شده باشند. در یک طبقه بندی می توان فاضلاب ناشی از حمام و روشویی ها را آب خاکستری روشن و فاضلاب ناشی از آشپزخانه و ماشین لباسشویی ها را آب خاکستری تیره نامگذاری نمود. آب خاکستری بیش از ۸۰ درصد فاضلاب تولیدی در منازل و ادارات را تشکیل می دهد [۸].

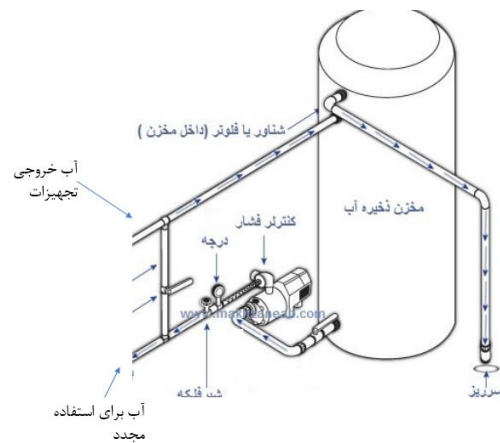
<sup>۱</sup> grey water

عمدتاً به منظور خنک کردن و سرویس دهی به دستگاه ها می باشد. آب خروجی از این دستگاه ها آلودگی خاصی ندارد (به جز آلودگی حرارتی) و می توان با یک سیستم بسته آب خروجی از دستگاه ها را دوباره برای همان دستگاه یا دستگاه های دیگر استفاده نمود.

انواع مختلفی از سیستم های بسته وجود دارد، اما عموماً بیشتر آنها دارای

مشخصه های یکسانی همچون

- ✓ یک مخزن برای ذخیره
- ✓ یک پمپ
- ✓ یک سیستم توزیع برای انتقال آب تصفیه شده به محل مورد نیاز و مورد نظر هستند.



شکل ۲ نمایی از سیستم بسته قابل استفاده در آزمایشگاه [۵].

### ۲-۳ جمع آوری آب باران!

تکنولوژی استحصال آب باران شامل جمع آوری، انتقال و ذخیره باران برای استفاده های مجدد آن می باشد. آب جمع آوری شده می تواند از سطح سقف، سطح زمین و یا حوزه های سنگی باشد. این آب در یک تانک ذخیره می شوند یا برای تغذیه آب های زیرزمینی به سفره های زیرزمینی هدایت می شوند. فیلتراسیون و تصفیه اولیه در این سیستم نقش بسیار مهمی را در مدیریت رواناب ایفا می کند. سیستم جمع آوری آب جهت کاربردهای گوناگون که در آنها نیازی به کیفیتی در حد آب آشامیدنی نمی باشد، مانند فلاش تانک توالی، شستشو و آبیاری باغچه ها، شستشوی لباس و غیره قابل اجرا می باشد. جمع آوری آب باران در بسیاری از مناطق دنیا به عنوان منابع آب آشامیدنی استفاده می شود. آب باران از نظر املاح بسیار سبک می باشد، به همین دلیل به مواد شوینده کمی جهت شست و شو نیاز دارد. با جمع آوری آب باران می توان تا بیش از ۵۰ درصد مصرف آب شرب خانواده ها صرفه جویی کرد.

سیستم جمع آوری داده ها آب باران به طور کلی از چهار عنصر اصلی

تشکیل شده است:

- ✓ ناحیه جمع آوری آب باران
- ✓ یک سیستم انتقال شامل لوله ها و ناودان

<sup>۱</sup> Rain fall



تصفیه شده را می‌توان یک منبع آب پایدار در مواقع خشکسالی و کم آبی به حساب آورد [۱۰].

مزایای استفاده مجدد از فاضلاب در دنیا به چند دلیل در حال افزایش است. دلیل اول کاهش میزان بارش ها نسبت به میزان تبخیر آب‌های سطحی در پی افزایش گرما است. دلیل دیگر افزایش تقاضای آب متناسب با افزایش جمعیت می‌باشد. دلیل سوم مربوط به ملاحظات اقتصادی و محیطی به دنبال فرآیند استفاده مجدد، می‌شود. زندگی در یک ناحیه دور افتاده که از شبکه جمع‌آوری فاضلاب و آب آشامیدنی برخوردار نمی‌باشد، می‌تواند دلیل چهارم باشد [۳].

در محیط دانشگاهی بیشترین حجم تولیدی فاضلاب مربوط به پساب رستوران می‌باشد. به ازای هر پرس غذای گرم در در رستوران دانشگاه ۱۸-۱۰ لیتر فاضلاب تولید می‌شود و حجم پساب تولیدی حدود ۸۰ تا ۹۰ درصد حجم آب مصرفی است.

مهمترین مواد موجود در پساب شامل روغن و چربی، باقی‌مانده مواد غذایی، ترکیبات آلی قابل تجزیه بیولوژیک، مواد معدنی معلق مانند خاک، مواد معدنی محلول مانند نمک و مواد شوینده (دترجنت‌ها) می‌شود. در میان آلودگی‌ها موجود، روغن بیشترین سهم آلودگی را دارد. به طوری که با حذف چربی و روغن از فاضلاب می‌توان پساب باقی مانده را برای مصارف مختلف استفاده نمود.

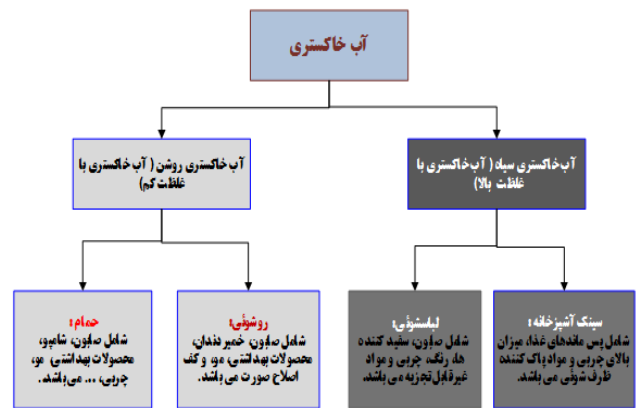
وجود چربی و روغن در فاضلاب باعث ایجاد مشکلات عدیده‌ای برای تصفیه ایجاد می‌کند. دفع چربی و روغن در چاه‌های جذبی باعث گرفتگی چاه‌های جذب و آلودگی آب‌های زیر زمینی خواهد شد.

وقتی نسبت  $BOD_5$  به  $COD$  بیش از ۰/۵ باشد، استفاده از روشهای بیولوژیکی با توجه به کارایی بالای آنها اولویت دارد [۱۱]. در فاضلاب‌های رستوران‌ها که چربیگیری نشده باشد، این مقدار در محدوده ۰/۴۵-۰/۳۵ قرار دارد که نشان می‌دهد که استفاده مستقیم از روشهای بیولوژیکی کارایی چندانی نخواهد داشت روغن و چربی‌ها به علت حلالیت بسیار کم در آب، به سختی توسط میکروارگانیسم‌ها و باکتری‌ها تجزیه می‌شوند و ذرات روغن و چربی با احاطه باکتری‌ها مانع جذب مواد به داخل سلول شده و قابلیت تجزیه بیولوژیکی را کاهش می‌دهند پس از مرحله حذف روغن و چربی (چربیگیری) نسبت  $BOD_5$  به  $COD$  فاضلاب حدود ۰/۵۵ تا ۰/۶ می‌شود. پس مهمترین کار برای استفاده از پساب تولیدی رستوران حذف چربی و روغن موجود در فاضلاب تولیدی رستوران است [۱۲]. بدین منظور برای حذف روغن و چربی از مخزنی برای جمع‌آوری پساب رستوران استفاده می‌کنیم. پساب شامل روغن، چربی و ذرات معلق می‌باشد که از طریق لوله‌های فاضلابی، وارد مخزن می‌شود.

مرحله اول، پس از آنکه پساب وارد مخزن می‌شود، وارد محیطی می‌گردد که به جهت آرام سازی جریان تعبیه شده است. در این قسمت، چربی و روغن با توجه به سبک بودن وزن آن، به سطح بالای آب آمده و ذرات معلق بصورت ته نشین در کف مخزن قرار می‌گیرند.

مرحله دوم، پسایی که فاقد چربی و روغن می‌باشد به واسطه یک لوله داخلی U شکل وارد قسمت دوم مخزن چربی گیر می‌گردد. در این مرحله، عملیات چربی زدایی نهایی صورت می‌گیرد تا در صورت وجود ذرات کوچکتر، اقدام به حذف آنها صورت گرفته و در نهایت، از طریق لوله خروجی، پساب زلال از دستگاه چربی گیر خارج گردد.

شکل ۴ طبقه بندی انواع آب خاکستری و منابع تولید آن را نشان میدهد.



شکل ۴ منابع تولید آب خاکستری [۹].

پس از جمع‌آوری آب خاکستری به وسیله لوله کشی مناسب، قبل از ورود به مخزن به وسیله یک صافی، مواد جامد را از آب خاکستری جدا می‌کنیم و سپس آب تصفیه شده در مخزن جمع‌آوری می‌شود و سپس با توجه به نیاز مجموعه می‌توان از آن استفاده نمود. یکی از نکات مهمی که در آب خاکستری باید توجه کرد، این است که با توجه به نوع مصرف آب خاکستری، نوع فرایند تصفیه متفاوت خواهد.

اگر نیاز ما مصرف فوری و سریع باشد؛ بدون نیاز به تصفیه در فلاش تانک واحدهای می‌توان استفاده کرد.

اگر نیاز ما به آب مدت دار باشد، با یک تصفیه مقدماتی می‌توان در فضای سبز دانشگاه دوباره استفاده نمود.

اگر بخواهیم از آب خاکستری برای تامین آب بخش خاصی استفاده نماییم، از تصفیه اولیه و ثانویه استفاده می‌کنیم و با رعایت پارامترهای ویژه فنی (به عنوان مثال برای استفاده دستگاهها در آزمایشگاه) می‌توان به مدت زمان طولانی آب یک مجموعه خاص را تامین کرد.

در مصرف آب خاکستری باید چند نکته را مد نظر قرار دهیم. با آب خاکستری نباید آبیاری کرد یا نباید روی قسمت‌های مختلف گیاه افشانه بشود، بلکه سیستم آبیاری باید زیرسطحی باشد. آب خاکستری را نباید ذخیره کرد، ماندن آب خاکستری در یک محل به صورت راکد باعث آلودگی می‌شود. آب خاکستری داغ نباید وارد باغچه یا زمین کشاورزی بشود و قبل از استفاده باید حرارت فاضلاب تصفیه شده از دست برود.

#### ۴- باز یافت!

آب باز یافتی همان آب مضر یا فاضلاب می‌باشد که تحت فرآیندهایی قرار می‌گیرد و مواد جامد و ناخالصی‌های آن حذف می‌شود و در آبیاری محوطه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ نتیجه این فرایند بازسازی منابع زیرزمینی آب و رفع نیازهای آبی در صنعت و اقتصاد است. فاضلاب‌های تصفیه شده و آبهای باز یافتی منابع آبی هستند که به راحتی و بدون صرف هزینه‌های زیاد در دسترس جوامع برای استفاده مجدد قرار داد. همچنین از آنجا که تولید فاضلاب کمتر تحت تاثیر خشکسالی می‌باشد لذا پساب حاصل از فاضلاب



در حین سرد شدن محلول گلیسرین تشکیل شده که به دلیل سنگین تر بودن ته نشین می شود. بعد از جداسازی گلیسرین، فاز باقی مانده را به وسیله محلول اسید هیدروکلریک (HCl) خنثی میکنیم تا PH به ۷ برسد. سپس محلول خنثی سازی شده را با آب مقطر تا دمای ۵۰ درجه حرارت می دهیم و برای حذف گلیسرین باقیمانده و سایر ناخالصی ها شستشو داده می شود [۱۷و۱۶].

#### ۴-۲ تولید کمپوست :

کمپوست عبارتست از تجزیه کنترل شده مواد آلی در حرارت و رطوبت مناسب به وسیله باکتریها، قارچها و سایر میکروارگانیسمهای هوازی و غیرهوازی. کمپوست دارای درصد زیادی هوموس است. هوموس اصلاح کننده خاک است و باعث بهبود شرایط زندگی و عملکرد موجودات در خاک می شود. همچنین هوموس حاوی مقدار زیادی مواد از ته می باشد که به تدریج در خاک آزاد شده و در اختیار گیاه قرار می گیرد. ۳۵ درصد پسماند غذایی که منبع غنی مواد آلی، قابل تبدیل شدن به کود آلی است [۱۸].

#### ۴-۳ مصرف آب تصفیه شده:

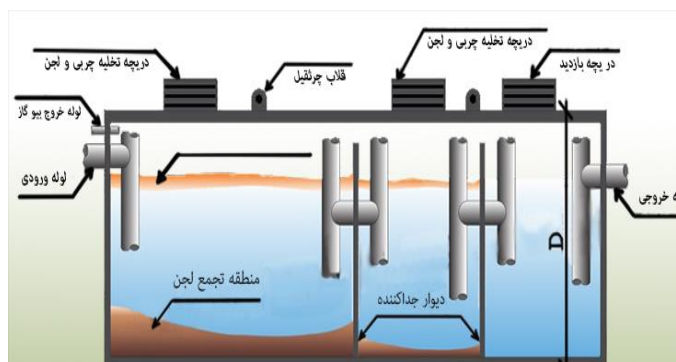
آب تصفیه شده از مخزن نگهداری را می توان جمع آوری کرد و در تابستان و مواقع پیک مصرف برای آبیاری فضای سبز و یا کارهای عمرانی و ساخت و سازها استفاده نمود.

#### ۵- نتیجه گیری

با توجه به کاهش منابع آب شیرین در کشور ایران، اجرای طرح و برنامه های متنوع در محیط های اداری و دانشگاهی برای کاهش مصرف آب امری بسیار مهم و حیاتی خواهد بود. طرح ۳R تمام بخش های یک سازمان را در برمی گیرد و با توجه به هر بخش اقدامات لازم برای کاهش مصرف آب را پیشنهاد می کند. در بحث کاهش (Reduce) مصرف آب بیشتر بر روی مسائل فرهنگ سازی برای مصرف کنندگان آب، بحث های فنی مهندسی و مدیریتی تمرکز می کنیم. در بحث استفاده مجدد (Reuse) آب مهمترین مسئله استفاده مجدد از آب خاکستری است که حدود ۸۰ درصد فاضلاب دانشگاه را شامل می شود که با توجه به نوع نیاز از آب خاکستری فرایندهای تصفیه متفاوت خواهد بود. همچنین در محیط های آزمایشگاهی دانشگاه برای استفاده مجدد آب می توان از سیستم های بسته استفاده نمود. آب باران به دلیل جمع آوری و استفاده آسان آن در محیط دانشگاه یکی دیگر از نکاتی هست که در بخش استفاده مجدد از آب، باید به آن توجه کرد. در بحث بازیافت (Recycle) آب در محیط دانشگاه بجنورد، مهمترین مسئله تمرکز بر روی پساب رستوران می باشد. با استفاده از یک مخزن ساده می توان پساب رستوران را به سه محصول با ارزش تبدیل کرد. چربی و روغن های جمع آوری شده در سطح مخزن؛ که مهمترین آلودگی پساب رستوران هستند، را می توان برای تولید بیو دیزل استفاده نمود. مواد جامد که در کف مخزن ته نشین شده اند شامل مواد آلی هستند که قابلیت بسیار خوبی برای تبدیل شدن به کود و کمپوست را دارند که می توان جهت تقویت و اصلاح خاک فضای سبز دانشگاه استفاده نمود. همچنین آب تصفیه شده از مخزن نگهداری را می توان جمع آوری کرد و در تابستان و مواقع پیک مصرف برای آبیاری فضای سبز و یا کارهای عمرانی و ساخت و سازها استفاده نمود.

با افزایش زمان ماند در مخزن نگهداری، چربی ها به دلیل وزن مخصوص کمتر نسبت به آب در سطح فاضلاب شناور می شوند و همچنین ذرات معلق جامد در فاضلاب به روش ته نشینی قابل جداسازی هستند.

پس از جمع آوری و نگهداری پساب در مخزن، سه محصول مختلف در مخزن خواهیم داشت. چربی و روغن که در سطح فاضلاب شناور است و با روشهایی مانند سرد کردن و تبدیل حالت چربی به جامد به راحتی قابل جمع آوری است و می توان در مصارف خاصی در صنعت مانند تولید بیودیزل از آن استفاده کرد. مواد ته نشین شده که مواد آلی فساد پذیری هستند که می توان به راحتی تبدیل به کمپوست کرد و در فضای سبز دانشگاه به عنوان کود استفاده کرد و آب خروجی که می توان برای آبیاری فضای سبز و یا به عنوان آب خاکستری دوباره استفاده کرد.



شکل ۵ نمایی از مخزن برای جداسازی روغن و چربی [۱۳].

#### ۴-۱ بیودیزل

یکی از راههای تامین انرژی استفاده از انرژیهای تجدیدپذیر و سوخت های زیستی است. سوخت های زیستی به سوخت هایی گفته می شود که منبأ گیاهی و حیوانی دارند. بیو دیزل یکی از انواع رایج سوخت های زیستی است که از روغن های خوراکی و غیر خوراکی، چربی های حیوانی موجود در پسماندها به دست می آید. بیو دیزل ها به علت وجود اکسیژن باعث سوختن بهتر و آلودگی کمتر نسبت به سوخت های دیگر می شود همچنین به علت وجود پایه گیاهی در ساختار خود باعث کاهش تولید  $CO_2$  که عامل مهم ایجاد گازهای گلخانه ای هستند، می شود. وابستگی زیاد به نفت را کاهش می دهند و باعث ثبات اقتصادی بیشتری می گردند و تجزیه پذیر هستند. روغن های پسماند خانگی و رستوران ها، در مقایسه با انواع دیگر، بهترین کیفیت برای تبدیل به سوخت بیو دیزل را دارند [۱۴و۱۵].

برای تولید بیودیزل سه روش شناخته شده وجود دارد: پیرولیز، میکرومولسیون و ترانس استریفیکاسیون، که روش ترانس استریفیکاسیون به لحاظ سادگی کاربرد بیشتری دارد. که مراحل تولید به شرح زیر می باشد: اولین مرحله تصفیه روغن پسماند است که این کار با استفاده از کاغذ صافی انجام می شود که باعث جداسازی ناخالصی ها و ذرات معلق از روغن میشود. سپس واکنش ترانس استریفیکاسیون انجام می شود که دمای این واکنش ۶۰ درجه سانتیگراد می باشد، سپس متانول با نسبت مولی الکل به روغن ۶ به ۱ به آرامی به آن اضافه می شود، برای تسریع واکنش از NaOH به عنوان کاتالیزور استفاده می شود.



## ۶- مراجع

- [۱] ج. عابدی کویایی، لزوم برنامه ریزی هدفمند برای کاربرد پساب تصفیه شده بعنوان منبع آب رو به رشد در تغذیه مصنوعی منابع آب زیرزمینی کشور، مجموعه مقالات دومین سمینار ملی جایگاه آبهای بازیافتی و پساب در مدیریت منابع آب، مهندسی مشاور سروآب، مشهد، ایران، ۱۳۸۹.
- [۲] معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی. رییس جمهور، دفتر نظام فنی اجرایی، راهنمای طبقه بندی کیفیت آب خام، پساب ها و آب های برگشتی برای مصارف صنعتی و تفریحی، نشریه شماره ۴۶۲، ۱۳۸۸.
- [3] R. Y. Alkhatib, J. Edgerly, *Water Conservation Techniques and Graywater Reuse at the Single Household Level*, in *World Environmental and Water Resource Congress 2006: Examining the Confluence of Environmental and Water Concerns*, pp. 1–8, 2006.
- [4] [www.ci.patterson.ca.us/173/Reduce-Reuse-Recycle-Program](http://www.ci.patterson.ca.us/173/Reduce-Reuse-Recycle-Program)
- [5] [www.makhzaneab.com/](http://www.makhzaneab.com/) نصب-پمپ-آب-و-مخزن-ذخیره
- [6] J. Gould, E. Nissen-Petersen, *RAINWATER CATCHMENT SYSTEMS FOR DOMESTIC SUPPLY*. Intermediate Technology, 1999.
- [7] [https://www.eghlimo.ir/rain\\_harvesting/](https://www.eghlimo.ir/rain_harvesting/).
- [8] C. Reardon, G. Milne, C. McGee, and P. Downton, *Your home technical manual*, Australian Government Department of Climate Change and Energy Efficiency. 2010.
- [9] "http://watercm.ir/gray-water/."
- [10] B. Jiménez, T. Asano, *Water reuse: An international survey of current practice, issues and needs*. IWA London, 2008.
- [11] R. Cossu, T. Lai, A. Sandon, *Standardization of BOD5/COD ratio as a biological stability index for MSW*, *Waste Manag.*, vol. 32, no. 8, pp. 1503–1508, 2012.
- [12] X. Chen, G. Chen, P. L. Yue, *Separation of pollutants from restaurant wastewater by electrocoagulation*, *Separation purification technology*, vol. 19, no. 1–2, pp. 65–76, 2000.
- [13] <https://abo-fazelab.niazerooz.com/keys/> چربی-گیر-فاضلاب
- [14] M. Canakci, *The potential of restaurant waste lipids as biodiesel feedstocks*, *Bioresour tecnology*, vol. 98, no. 1, pp. 183–190, 2007.
- [15] A. Chhetri, K. Watts, M. Islam, *Waste cooking oil as an alternate feedstock for biodiesel production*, *Energies*, vol. 1, no. 1, pp. 3–18, 2008.
- [16] م. جدیدیان، م. فهیمی‌نیا، ح. جعفری منصوریان، غ. مجیدی، م. صابری بیدگلی، امکان‌سنجی فنی بازیافت پسماند روغن‌های خوراکی تولیدشده در شهر قم به سوخت بیودیزل، *مجله بهداشت و توسعه*، سال ششم، شماره اول، بهار ۱۳۹۶.
- [17] M. Khatamifar, *Designing, Construction, Testing and Evaluation of biodiesel processing plant [dissertation]*, Tarbiat Modarres University, Tehran, 2006.
- [18] ب. معصومی، ن. طالبی بیدختی، م. نوشادی، امکان‌سنجی تولید کمپوست از لجن تصفیه خانه فاضلاب شیراز در مقیاس پایلوت، *شانزدهمین همایش ملی بهداشت محیط ایران*، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، ایران، مهر ۱۳۹۲.

